

PAT-NO: JP401295127A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 01295127 A

TITLE: MANOMETER FOR LOW PRESSURE

PUBN-DATE: November 28, 1989

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ISOGAI, HIDEAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

N/A

APPL-NO: JP63280954

APPL-DATE: November 7, 1988

INT-CL (IPC): G01L007/18, G01F023/28

US-CL-CURRENT: 73/747

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve the stability and reproducibility by making the top surface of a float which faces the wall surface of a pressure receiving pipe containing liquid and has symmetrical planes into a specular surface.

CONSTITUTION: A float 1 has the symmetrical plane or concave curved surfaces opposite the tube wall 4. The float 1 is made of a material which has small specific gravity and is not wetted with working liquid 6 or working liquid 6 which does not wet the material is used. Here, surface tension operates uniformly on the float 1 and a reflector 3 at the center part is held at the center position of a U-shaped tube and does not shift from the optical axis. Further, the float 1 floats on the liquid surface, so fluctuations of the liquid level due to the vibration of a floor surface are suppressed and smoothed. Consequently, reflected light which has the stable optical axis is obtained from the reflector 3 on the float 1.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-295127

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)11月28日

G 01 L 7/18
// G 01 F 23/28

7507-2F
A-7355-2F

審査請求 有 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 低圧用圧力計

⑯ 特 願 昭63-280954

⑰ 出 願 昭63(1988)11月7日

優先権主張 ⑱ 昭63(1988)2月8日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-26884

㉑ 発 明 者 磯 貝 秀 明 茨城県つくば市梅園1丁目1番4 電子技術総合研究所内

㉒ 出 願 人 工 業 技 術 院 長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

㉓ 指定代理人 工業技術院電子技術総合研究所長

明 細 書

1. 発明の名称

低圧用圧力計

2. 特許請求の範囲

1) 感圧素子として液体を使用し、該液体の変位を光波干渉計で計測することにより圧力を測定する低圧用圧力計において、

前記液体を収納する受圧管の壁面に対面して複数の対称的な平面、または曲面を有するフロートを該液体の表面に浮べ、

該フロートの上面全体を鏡面に形成し、または前記フロートの中心に反射器を取付けて前記光波干渉計からの入射光を反射するように構成したことを特徴とする低圧用圧力計。

(以下余白)

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、低圧用圧力計に関し、特に実用真空計を 10^{-3} Torr程度の低圧側の測定限界まで、 $\pm 0.1\%$ の精度で校正することができる高精度の基準真空計に好適な低圧用圧力計に関する。

[従来の技術]

従来のこの種の圧力計としては、例えば、第6図に示すような白色光を用いてマイケルソン干渉計と水銀U字管を組合わせた光波干渉式の標準気圧計(計量研究所報告VOL24, NO2, p27-p45, '75)がある。第6図において、La, Lbは光源用ランプ、Sはスプリッタ、Ma, Mbは参照鏡、Mcは測微顕微鏡、Pは直角プリズム、Qは平行プリズム、V₁, V₂, V₃は真空バルブ、GBはブロックゲージ、Gは光学ガラス、Tは望遠鏡、Phは光電変換器、Bはベッド、Cは滑動台、Scは標準尺、Swは微調整ねじ、N₁は半透明鏡、N₂, Rは反射鏡である。この標準気圧計は、U字管部内の水銀面が光学的に良

好な反射面であることから、この水銀面をマイケルソン干渉計の一方の反射面として利用し、水銀の液面に垂直に白色光をあてて等厚干渉によりビームスプリッタSに対する水銀面までの位置が、対応する反射鏡Rまでの距離に関係づけて光の半波長以下の測定分解能で原理的には測定可能となるものである。

このような光波干渉式の外に、水銀面の位置決めには望遠鏡で水平方向から水銀面を観測する光学的方法や静電容量で検出するなどの電気的方法があった。例えば、光学的方法の中では望遠鏡とカセットメータとを組合わせて水銀面を水平方向から観測する方法が直接的で精度も比較的高かったが、望遠鏡の視野内での標識線合わせの操作の精度およびU字管のガラスの管壁による光の屈折により測定分解能の限界が 10^{-2} Torr台であった。これに対して、水銀の蒸気圧や床面の振動による水銀液面ゆれから理想通りの値は得難いにせよ、上述の光波干渉式の標準気圧計は他の方式の標準気圧計よりも原理的にはより高精度化を図ること

が可能である。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上記従来の光波干渉式の水銀液柱差真空計による標準気圧計では、水銀の液面から直接反射する光で光干渉計を構成しているので、床面からの振動による水銀の液面のゆらぎにより水銀の液面から反射する光はその光の波面が乱れた上に、かなり減衰するので干渉縞が不明瞭となり、そのためその液面のゆらぎでその低圧側の測定限界が決まり、測定分解能が $0.1 \mu\text{m}$ 程度で、その精度が $\pm 1\%$ とすれば 0.07Torr 以下の低圧測定は実際上困難となる。さらに液面のゆらぎが大きい場合は、反射光は光検出位置からずれて信号が消滅することもある。また、この測定系に係る上記問題の他に、作動液を上記のように水銀にすると 1Torr 以下で蒸気が測定気体中に混入し、測定不可能になるという低圧用圧力計としては重大な問題点があった。

本発明は、上記問題点を解決するために、液面

3

の振動を抑えて平滑化し、作動液の種類にかかわらず、安定で再現性のよい光波干渉式の低圧用圧力計を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

かかる目的を達成するため、本発明は、感圧素子として液体を使用し、液体の変位を光波干渉計で計測することにより圧力を測定する低圧用圧力計において、液体を収納する受圧管の壁面に対面して複数の対称的な平面、または曲面を有するフロートを液体の表面に浮べ、フロートの上面全体を鏡面に形成し、またはフロートの中心に反射器を取付けて光波干渉計からの入射光を反射するように構成したことを特徴とする。

〔作用〕

本発明は、フロートで作動液の液面の振動を抑えて平滑化し、また、反射器または鏡面の反射面が液柱の中心からずれて、管壁に近づくことと反発して中心位置に復帰する機能をもつ形状のフロート

4

を組み込むことにより光干渉計システムを構成するようにしたので、次のような作用が得られる。

- ① フロートを作動液に浮べるので、作動液の液面の振動が抑えられ、平滑化する。
- ② 反射面は空中にあるので、高い反射率で入射光と同じ偏光のモードを保ったまま、反射器から反射する。
- ③ フロートは、その対称形状により液柱の管の中止位置に自動的に自身の中心を復帰する。
- ④ このため、フロートの中心に置かれた反射器、またはフロートの鏡面の位置がずれにくいので、反射光の光軸が安定する。

これらの作用により、作動液の種類によらないで、安定で再現性の良い光波干渉式の低圧用圧力計が構成できるので、作動液を従来のような蒸気圧の高い水銀を使用するという条件に拘束されない。

従って、本発明によれば高精度の基準真空計を提供することができ、また、この基準真空計を用いて、実用真空計を 10^{-2}Torr 程度の低圧側の測定

限界まで、 $\pm 0.1\%$ の精度で校正することができる等の利点がある。

〔実施例〕

以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。

第1図は本発明の一実施例の要部構成を示し、本図(A)は上方から、本図(B)は横方向から見た図である。本図において、1は光波干渉式の液柱差真空計のU字管内に実装する比較的比重の軽い液面フロート、2はフロート1の中心位置に貫通して固設した浮力円筒(フロート本体)、3は円筒2内に配設したコーナキューブの如き反射器(反射プリズム)、4は上記U字管の管壁、5はU字管に封入された作動液(例えば、油)6の液面、7は円筒2の底部を形成するバランス用のウェイト(おもり)である。

フロート1は管壁4に対して向い合う面が複数の対称的な平面、または凹面(凹形周面)のような曲面を有する、例えば第1図または第7図(A)

のような星芒形、あるいは第2図(A)～(C)に示すような対称の形状を有し、そのフロート1を構成する材質として比重が軽く、かつ作動液6に濡れない物質、またはその材質を濡らさない作動液6が用いられる。以上の条件を満たせば、作動液6の表面張力がフロート1の各平面、または曲面に均一に作用するので、フロート1の中心部にある反射器(反射プリズムまたは鏡面)3の位置は自動的にU字管の中心の位置に常に保たれ、光軸から外れにくいこととなる。

また、液面上にフロートを浮べてあるので、フロート1により床面の振動による液面のゆらぎを抑え、かつ平滑化する作用がある。このため、フロート1上の反射器3により第3図(A)に示すように、光軸の安定した、また偏光面の乱れない良質の反射光11が得られ、液面の微小な振動によって反射光11の波面が乱されることは無い。

さらに、液面の直接の反射、または油中にある反射鏡からの反射光ではなく、空中にある反射器3からの反射光を得られるので、入射光10の強度

7

のほぼ80%以上の反射率の高い反射光が得られる。

また、上述の作動液6を水銀にすれば、蒸気圧が高いために、光干渉計自体よりも粗い測定精度しか得られない。このため、作動液6として蒸気圧の低い液体、例えば油を用い、かつ本発明のフロート1と反射器3を用いて光干渉計システムを構成した場合には、低圧側の限界は 10^{-3} Torrで $\pm 0.1\%$ の高精度の低圧用圧力計が実現できる。

第7図(A)、(B)は本発明の他の実施例を示す。本図において、2Aは第1図の浮力円筒2の代りに、フロート1の表面側に形成した浮力穴である。この浮力穴2Aは主としてバランスを保つため、例えばフロート1の中心に対して同一円周上で放射状に等間隔にして複数形成される。なお、浮力穴2Aの代りに同心円のリング状、または放射状の複数の溝(浮力溝)であってもよい。

また、コーナキューブの如き反射器3はフロート1の中心位置に開口した穴の内部に配置され、その穴の底は前述したバランス用のウェイト

8

7が固定される。

なお、上述の浮力穴2Aはフィルム状のもので密封しても好ましい。また、反射器3を配設した穴も測定光に悪影響を与えない透明フィルムや透明ガラスで密封することも考えられる。第7図の実施例の作用効果は上述した第1図の実施例の場合とはほぼ同様であるが、第1図の円筒2のような上下方向の検出部分が無くなってフロートの全体の形状がより単純化して平らな板状となったので、その製造、組立て、調整、保存、計測時の取り扱い等がより容易となる利点がある。

第8図(A)、(B)は本発明のさらに他の実施例を示す。本実施例は、第7図の実施例の作用効果をより強固した一例であり、フロート1の形状を管壁4の中心部のみを活用するために $18\text{mm} \times 10\text{mm}$ 程度に小型化するとともにその厚みを $30\mu\text{m}$ 程に薄くした。また、反射器の代りにフロートの上面全体を鏡面3Aとした。この鏡面3Aはフロート1の基板の反射面に金、アルミを、例えばスパッタリングでコートして形成する。このときの反射光線の

光路は第3図(B)に示すようになる。本実施例は低圧側の測定の限界に近い用途に適する。

第4図および第5図は、第1図、第7図または第8図の本発明実施例のフロート1を用いた液柱差圧力計の測長部分の構成例を示す。本図において、U字管21内の作動液6の表面にそれぞれ第1図、第7図または第8図に示すようなフロート1を浮かべ、タンク22を介して一方を真空にし、他

方に被測定気体を与えている。
本液柱差圧力計を搭載する防振台23上のレーザー光源24から出射されたレーザービームは、下部のミラー25、および光学ベンチ26に設けた上方のミラー27を通り、ビームスプリッタ28、およびミラー29を介して、上方から垂直に上述のU字管21内の両方のフロート1に達し、フロート1上のコーナーキューブ(反射器)3で入射光と同じ方向で数ミリ平行移動した光軸を通して反射するか、またはフロート1の上面全体にコートされた金属の鏡面3Aにより入射光は鏡面反射される(第3図(A),(B)参照)。

30はU字管21の排気を行う排気系、31は上述の液測定気体である。その他の構成は第6図の従来例と同様なので、その詳細な説明は省略する。

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、従来のように直接作動液の反射光を利用するものでは反射効率が悪く、かつ入射光の偏光モードの乱れなどにより測定精度が十分に得られなかったのを、液面フロートを浮べるフロート式にして液面の振動を抑制し、平滑化するようにし、かつフロートの中心に位置する反射器、またはフロートに形成した鏡面が自動的に管壁に触れない位置へ復帰するようにしたので、反射光の方向が規定の許容範囲内に安定して収まり、液面を直接読み取る方式に比べて安定性の良い測長結果が得られるという効果がある。このため、本発明によれば測定分解能0.01 μ m以下の高精度の測定が実用上可能となる。

1 1

4. 図面の簡単な説明

第1図(A)は本発明実施例の要部構成を示す平面図、

第1図(B)はその正面図、

第2図(A)～(G)はそれぞれ本発明に好適なフロートの形状の一例を示す平面図、

第3図(A),(B)は第1図(B)、第7図(B)および第8図(B)の反射器(コーナーキューブ)、またはフロート上面全体に形成された鏡面に対する射光と反射光の光路を示す光路図、

第4図は本発明実施例の液柱差圧力計の測長部分の構成例を示す正面図、

第5図はその右側面図、

第6図は従来の標準気圧計の構成例を示す構成図、

第7図(A)は本発明の他の実施例の要部構成を示す平面図、

第7図(B)はその平面図、

第8図(A)は本発明のさらに他の実施例の要部構成を示す平面図、

1 2

第8図(B)はその平面図である。

- 1…フロート、
- 2…浮力円筒(フロート本体)、
- 2A…浮力穴、
- 3…反射器(反射プリズム、コーナーキューブ)、
- 3A…鏡面、
- 4…管壁、
- 5…液面、
- 6…作動液(例えば、油)、
- 7…ウェイト(おもり)、
- 10…入射光、
- 11…反射光、
- 21…U字管。

指定代理人 工業技術院電子技術研究所

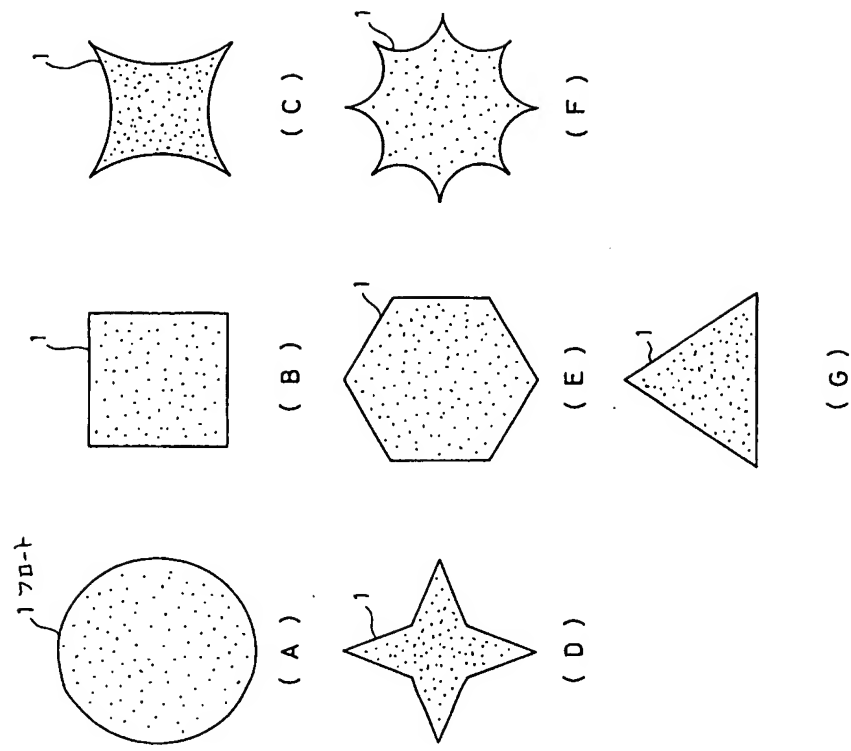
杉 浦



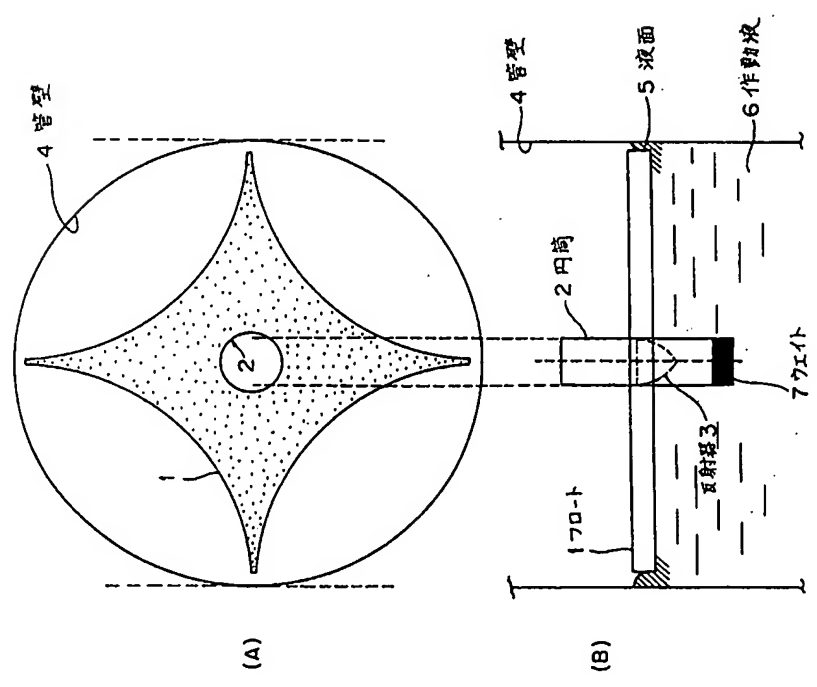
1 3

—182—

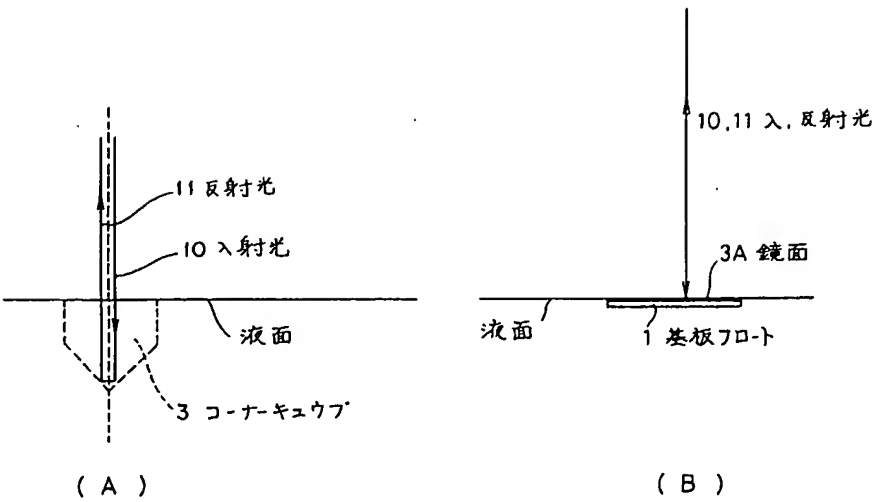
1 4



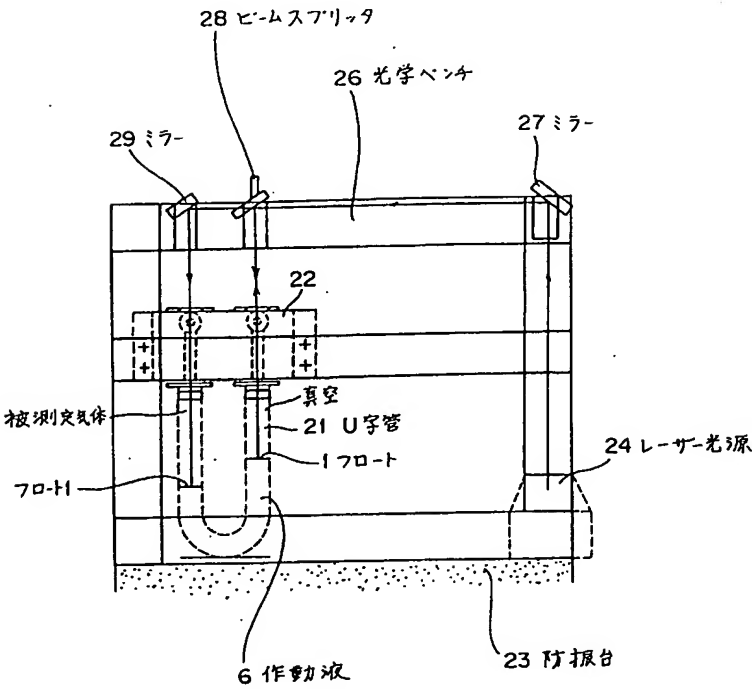
プローブの各種形状を示す平面図 第2図



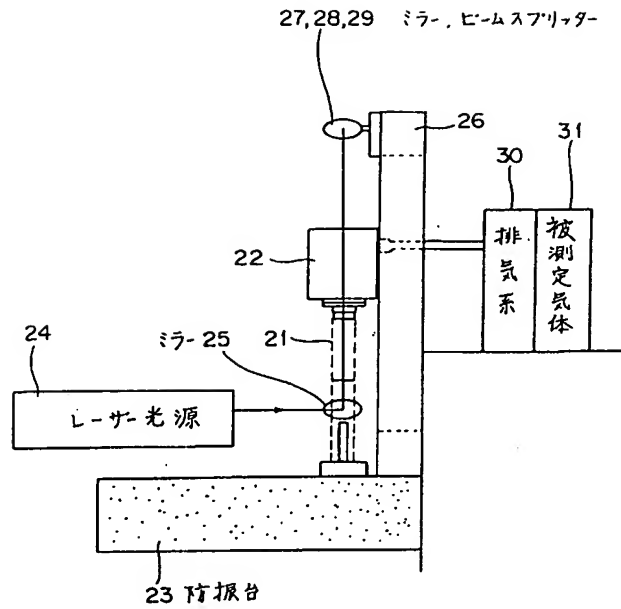
実施例の探部構成を示す平面図および正面図 第1図



反射器に対する光路を示す光路図
第 3 図

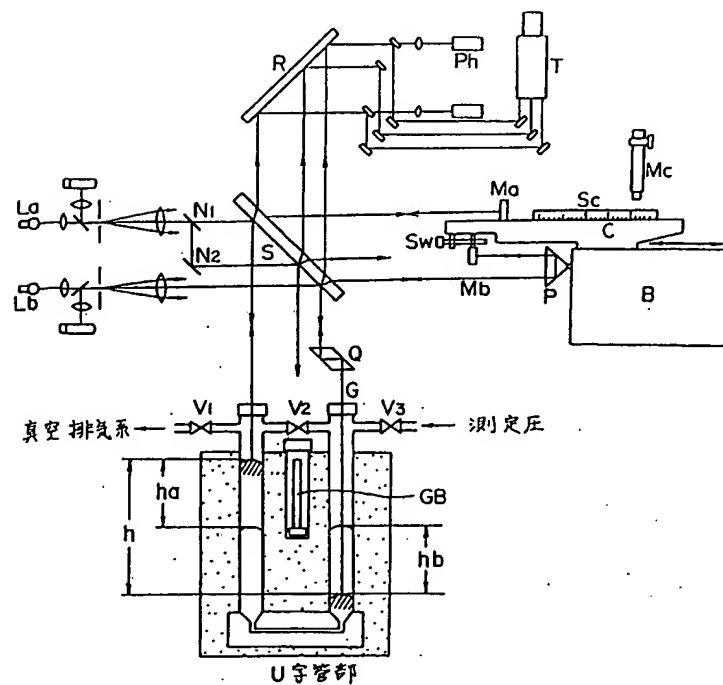


実施例の測長部分の正面図
第 4 図



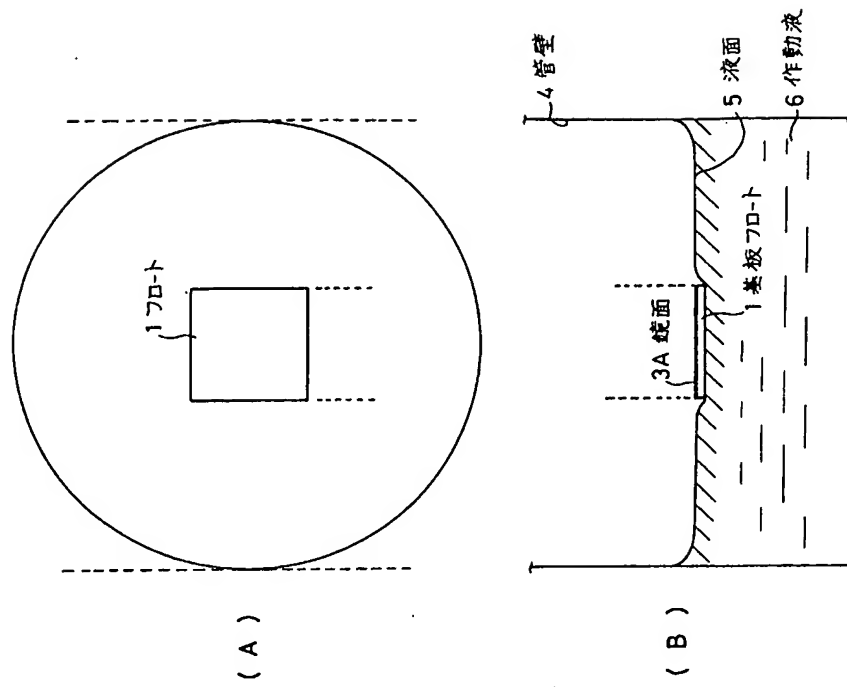
実施例の測長部分の右側面図

第 5 図

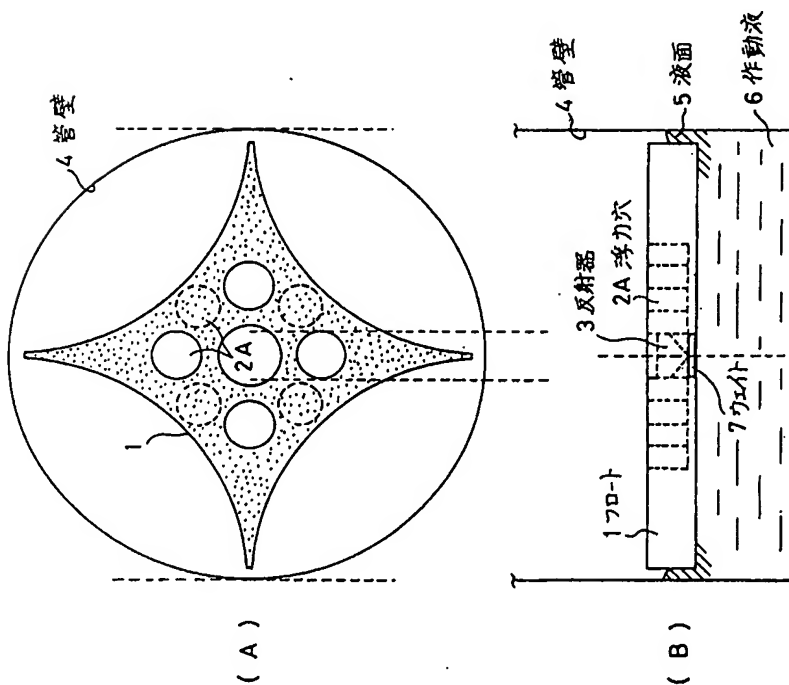


従来の標準気圧計の構成図

第 6 図



他の実施例の要部構成を示す平面図および正面図
(極低圧用)
第 8 図



他の実施例の要部構成を示す平面図および正面図
第 7 図